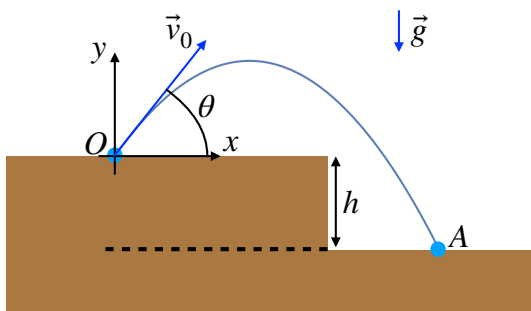


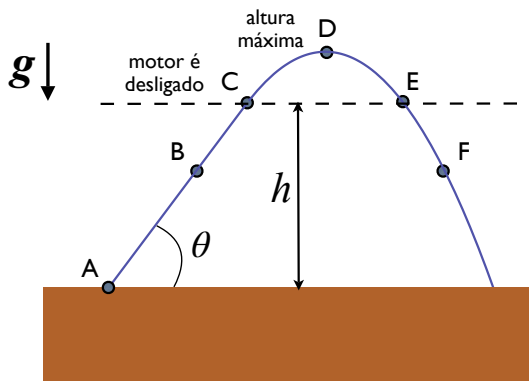
## PRIMEIRA LISTA DE PROBLEMAS - 2024-1

Mecânica e Termodinâmica – IMPA Tech – Prazo de entrega: 11/09/2024

1. (5,0) Uma partícula é lançada da origem do sistema de coordenadas (ponto  $O$ ) na presença do campo gravitacional uniforme  $\vec{g}$  como ilustra a figura abaixo. A velocidade inicial no ponto de lançamento  $O$  é  $\vec{v}_0$ . O vetor  $\vec{v}_0$  forma um ângulo  $\theta$  em relação à direção horizontal (eixo  $x$ ).
- (a) Determine o vetor velocidade no ponto mais alto da trajetória e represente-o na figura por meio de uma seta.
- (b) A partícula atinge o ponto  $A$  indicado na figura, localizado a uma altura  $h$  abaixo do plano de lançamento. Determine o alcance do lançamento (coordenada  $x$  do ponto  $A$ ) e o vetor velocidade  $\vec{v}_A$  no ponto  $A$  imediatamente antes da colisão com o piso. Indique na figura o vetor  $\vec{v}_A$ .



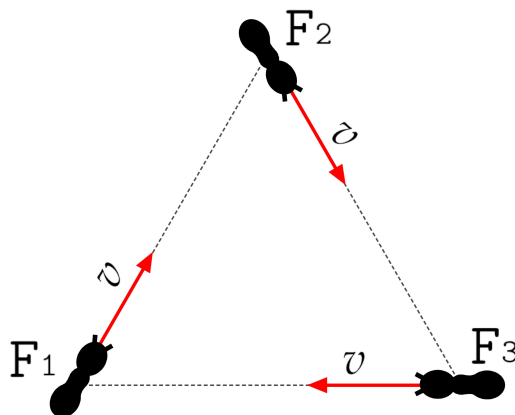
2. (5,0) Um foguete de massa  $m$  é lançado do solo (ponto  $A$ ), a partir do repouso, ao longo de uma trajetória retilínea ligando o ponto  $A$  ao ponto  $C$ , e que forma um ângulo  $\theta$  em relação à horizontal, como indicado na figura abaixo. No trajeto entre os pontos  $A$  e  $C$ , a aceleração do foguete é constante e tem módulo  $a$ . No instante em que o foguete atinge o ponto  $C$  da trajetória, a uma altura  $h$  em relação ao solo, o seu motor é desligado, e ele passa a executar um movimento de queda livre no campo gravitacional (aceleração  $\mathbf{g}$  vertical uniforme). Despreze a força de resistência do ar e a variação da massa do foguete ao responder as questões abaixo.



- (a) Determine o vetor força exercida pelo motor do foguete. Sugestão: expresse o vetor em termos das suas componentes cartesianas ao longo das direções horizontal e vertical.
- (b) Desenhe, na figura acima, os vetores força exercida pelo motor do foguete e força resultante no ponto B da trajetória.
- (c) Determine o vetor velocidade do foguete no ponto mais alto da trajetória (ponto D).
- (d) Desenhe, na figura acima, os vetores velocidade do foguete nos pontos B, C, D, E e F da trajetória. Suponha que, assim como os pontos C e E, os pontos B e F estão à mesma altura em relação ao solo.

**Problema-desafio valendo um ponto extra:**

3. (1,0) No instante  $t = 0$ , três formigas ocupam os vértices de um triângulo equilátero de lado  $a$  e se movem simultaneamente com velocidades de módulos iguais a  $v$ , como indica a figura abaixo. Em cada instante, o vetor velocidade de cada formiga aponta para a posição instantânea da formiga vizinha conforme ilustra a figura. Suponha que  $v$  não dependa do tempo. Note que o vetor velocidade muda de direção à medida em que as formigas se deslocam.



- (a) Em que ponto as formigas se encontram? Por análise dimensional, responda se a distância percorrida até o encontro depende de  $v$ .
- (b) Qual é o tempo transcorrido até o encontro entre as formigas?
- (c) Qual é a distância total percorrida por cada formiga até o momento do encontro?
- (d) Qual é a trajetória de cada formiga?